

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-278692

(43)Date of publication of application : 16.11.1988

(51)Int.Cl.

B23K 26/04

(21)Application number : 62-111164

(71)Applicant : D S SUKIYANAA:KK

(22)Date of filing : 07.05.1987

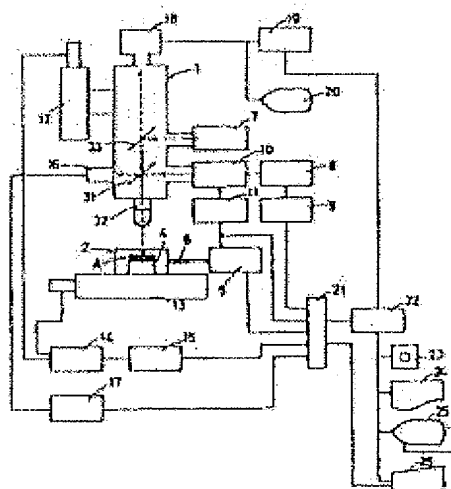
(72)Inventor : OSHIDA SOICHI  
MONOI TAKAO

## (54) AUTOMATIC FOCUSING MECHANISM IN LASER BEAM MACHINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve a working accuracy by focusing a focal point on the body to be worked by the irradiation light irradiating the body to be worked by transmitting a dichroic mirror and lens and finding the optimum conditions of a laser light based thereon.

**CONSTITUTION:** The dislocation between a focal position and the target focal position by a laser light is observed in advance by the illuminating light for observation and the value thereof is stored in a CPU 22. The dislocation is corrected by actuating the driving device 12 in Z direction and a shutter 10 is opened via a shutter control device 11 to irradiate a laser light on the body to be worked. With this composition, highly accurate work can be done.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-278692

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 23 K 26/04

識別記号 庁内整理番号  
C-7920-4E

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 レーザー加工装置に於ける自動焦点機構

⑯ 特 願 昭62-111164

⑰ 出 願 昭62(1987)5月7日

⑱ 発 明 者 押 田 壮 一 大阪府枚方市東中振2丁目9番1-602

⑲ 発 明 者 物 井 孝 雄 大阪府大阪市淀川区新北野2-4-23-1401

⑳ 出 願 人 株式会社 デイ・エ 大阪府大阪市東区和泉町2丁目22番地  
ス・スキヤナー

㉑ 代 理 人 弁理士 福井 豊明

明 細 書

1. 発明の名称

レーザー加工装置に於ける自動焦点機構

2. 特許請求の範囲

ダイクロイックミラーとレンズを介して被加工物にレーザー光を照射するためのレーザー光照射手段と、

照明光を上記ダイクロイックミラーとレンズを透過させて被加工物に照射するための照明光照射手段と、

上記照明光に基づいて、被加工物上に焦点を合わせるための焦点合わせ手段と、

上記焦点合わせが完了した後に、レーザー光による焦点が加工走査に最適の位置に形成されるようにレンズ位置を調整する焦点調整手段と、

該焦点調整手段が作動する前あるいは後に上記レーザー光照射手段を作動させるための加工開始制御手段と

を備えてなるレーザー加工装置に於ける自動焦点機構。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明はレーザー加工装置に関し、特にレーザー加工装置の焦点機構に関する。

(従来技術とその問題点)

レーザーを用いて金属の切断、掘削等を行わせるための装置は、既に実用化されているのであるが、このような従来からの装置を、加工面の面粗度が数 $\mu\text{m}$ 以下を必要とするフェライト素材の加工にそのまま適用することはできない。そこで、本願出願人等はレーザーを用いてフェライト素材を微細加工する方法について研究開発し、昭和62年2月27日付で、特許出願している。

即ち、被加工物であるフェライト素材を配置したチャンバー内にハロゲン又はハロゲン化合物を充填し、上記フェライト素材に対して適当なパワーのレーザー光を照射し、微細な加工を行おうとするものであり、磁気ヘッドのトラック部の加工に有益である。また、この方法の適用分野は特にフェライト素材の加工に限定されるものではなく、

セラミック或いは金属の微細加工にも応用できる。この方法は、上記のように高精度の微細加工を行うために開発されたものであり、従って、条件の選択幅は極めて限定され、特定の条件から外れて実施された場合には所期の精度、加工深さ、或いは加工速度を得ることはできない。レーザー光の焦点位置が適性な位置になっているか否かも重要な条件の一つであり、レーザー光の焦点位置が適性な位置から僅かでも狂うと所定のレーザーパワー密度を得ることが出来ず、従って、レーザーパワーが弱くなって加工深さや精度に影響を与えることになる。

この方法を実施する上に於いて、レーザー光の焦点が所定に位置に合っているか否かの確認をする必要上、加工前に被加工物の表面を観察できるようにしている。ところで、被加工物表面にレーザー光を照射すると、その時点で既に加工が開始されたことになるので、被加工物表面からのレーザー光の反射を利用して、被加工物表面の状態を観察しようとしても出来ない。そこで、レーザ

ー光とは別の弱い観察用の照明光を用いている。即ち、先ず観察用の照明光を用いて肉眼あるいは撮像素子を用いて電気的手段より得られた像を観察しながら焦点合わせを行い、次に、加工に際してはレーザー光を照射するようになっている。

しかしながら、このように観察用の照明光を用いて焦点合わせを行った場合、該照明光とレーザー光の波長の相違からレーザー光での焦点位置が僅かにずれることがある。また、上記の方法の実施に使用されるダイクロイックミラーや無限遠焦点レンズ等入射経路に配設される光学素子が厳密な意味で所期の特性を有していない場合があり、観察用の照明光とレーザー光の入射経路が異なる場合に焦点位置が異なる場合がある。更に、上記方法を最も効率良く実施するための焦点位置は、必ずしも被加工物の表面位置でない場合もあり、観察用の照明光によって被加工物の表面位置に焦点合わせをしても、実際の加工に必要なとする焦点位置はそれより浅い或いは深い位置である場合がある。

以上のような背景の下に一旦観察用の照明光で焦点合わせをした後、レーザー光を照射する時点で改めて焦点を合わせ直す必要がある。

(発明の目的)

この発明は、上記従来の事情に鑑みて提案されたものであって、観察用の照明光による焦点合わせの後、レーザー光を被加工物に照射したとき、実際の加工に必要な位置に自動的にレーザー光の焦点が位置するようにした自動焦点装置を提供することを目的とするものである。

(目的を達成するための手段)

この発明は、上記目的を達成するために、以下の手段を採用している。即ち、ダイクロイックミラーとレンズを介して、被加工物にレーザー光を照射するためのレーザー光照射手段と、観察用の照明光を上記ダイクロイックミラーとレンズを透過させて被加工物に照射するための観察用の照明光照射手段と、この観察用の照明光に基づいて手動あるいは電気的処理によって被加工物上に焦点を合わせるための焦点合わせ手段と、上記焦点合

わせが完了したとき、レーザー光の焦点を加工に必要な適性な位置に調整する焦点調整手段と、該焦点調整手段が作動する前あるいは後にレーザー光照射手段を作動させる加工開始制御手段とを備えたものである。

上記ダイクロイックミラーは特定波長の光の全部または一部を選択的に反射するミラーであり、ここでは使用されるレーザー光を反射し、それ以外の波長の光を透過できるようになっている。また上記ダイクロイックミラーの反射率(透過率)は自在に設計することができる。更に、上記焦点合わせ手段は被加工物の表面像を捉えることができる、肉眼あるいは光電素子による観察機構を有しており、この観察機構によって捉えられた像に基づいて焦点合わせを行う。

上記焦点調整手段は焦点合わせが完了したときに自動的に、或いは調整指示キーを押すことによって作動するようになっている。

上記加工開始制御手段は、上記焦点調整手段による焦点調整が完了した後、或いは焦点調整手段

が作動する前に、光学筒の前面に配置させたシャッターを開くようになっている。

上記構成により、観察用の照明光によって合わせられた焦点位置を加工走査に通したレーザー光の焦点位置に合わせることができ、フェライト加工、或いはセラミックスや金属加工に於いて所望の加工深さ、精度を得ることができる。

#### (実施例)

第1図はこの発明が適用される装置の一例を示すものである。XYステージ13上に配設されたチャンバー2内には、テーブルホルダー4が着脱自在に取り付けられるようになっており、このテーブルホルダー4上に被加工物Aが固定される。このチャンバー2は、真空ポンプ(図外)によって一旦真空にされた後、ハロゲン或いはハロゲン化合物が充填されるようになっている。レーザー発振装置8から発振されるレーザー光は、シャッター10を介して光学筒1に側面から入射され、光学筒1内に配設されたダイクロイックミラー31を介して無限焦点レンズ32に入射され、

している。即ち、観察用の照明光が照明光源7から上記レーザー光入射部より上の位置で光学筒1に側面から入射され、ハーフミラー33を介して被加工物上に照射されるようになっている。ダイクロイックミラー31は観察用の照明光を透過するので、上記被加工物への観察用の照明光の照射は支障なく行うことができる。

被加工物Aの表面に照射され反射した光は、レンズ32、ダイクロイックミラー31とハーフミラー33を介して撮像手段に入力されるようになっている。この撮像手段の最も簡単な例は、上記の反射光を直接観察者の肉眼で捉えることであるが、ここではCCD等の撮像素子を利用した構成を示している。即ち、撮像素子18によって光電変換された画像データは、一旦メモリ19に入力された後、CPU22によって処理される。また、そのとき同時に、CRT20により被加工物表面を観察できるようになっている。

CPU22は、レーザー制御装置9に指示を与えてレーザー発振装置8の制御等を行い、また、

この無限焦点レンズ32の高さ位置を、下述のように自動あるいは手動で調整することによって、被加工物Aの表面近傍に焦点を結ばせることができるようになっている。上記ダイクロイックミラー31は、特定の波長の光の全部あるいは一部を反射することができるミラーであって、この場合使用するレーザー光のみに対する選択性を有している。また、上記反射率は基板に蒸着あるいは塗布される物質の種類や膜厚によって自在に調整でき、この場合、入射したレーザー光の1~2%のみを透過できるようにし、該透過光は後に説明するように制御用に用いられる。

レーザー光の焦点が被加工物表面に合っているか否かの確認をする必要上、加工前に被加工物の表面を観察することができるようになっている。ところで、レーザー光を被加工物に照射すると、その時点で既に加工が開始されるので、レーザー光の被加工物表面からの反射を利用して被加工物の表面状態を観察しようとしても出来ない。そこで、ここでは弱い観察用の照明光を用いるように

シャッター制御装置11にも指示を与え、レーザー光を光学筒1に入射、或いは入射を遮断する制御をするようになっている。

以上の構成を用いてレーザー光の焦点合わせを行う手順について以下に説明する。

まず、観察用の照明光による焦点合わせを行う必要がある。その方法は、例えば、撮像素子18によって得られた被加工物表面の画像データを一旦メモリ19に記憶しておき、該画像データをCPU22で処理して、表面に設けられたマーク或いは突起や窪み等の特定形状からの反射光の立ち上がり最も鋭いときに焦点が合っているものとするのであり、この方法は既に電子顕微鏡等で使用されている。また、例えばCCD等の撮像素子18の画像をCRT20に表示することや、直接観察することにより、手動で行うことも勿論可能である。

本件発明は、例えば磁気コアの加工用に開発されたものであり、被加工物は第2図(a)に示すように磁気コアに仕上がった状態で、磁気ギャップと

なるギャップラインを有しており、このギャップラインに上記観察用の照明光での焦点を合わせるようにする。

このとき、観察用の照明光による焦点位置とレーザー光による焦点位置は、波長の相違から若干のずれがある。また、走査加工に於けるレーザー光の焦点位置は、例えば被加工物表面より僅かに深くするようにした方が加工精度あるいは加工深さ共に良い場合が考えられる。本願発明のような微細加工を目的とする場合には、上記のような背景を考慮した焦点合わせは極めて重要である。そこで、まず、前もって観察用の照明光による焦点位置とレーザー光による適性な焦点位置とのずれを観測しておき、その値を予めCPU22のメモリに記憶させておき、上記のようにして、観察用の照明光によって被加工物表面に焦点が合わされた時、Z方向駆動装置12を作動させて、そのずれを補正するのである。その後、CPU22はシャッター制御装置11に指示してシャッター10を開け、レーザー光を被加工物に照射する。

以上のようにして正確な焦点合わせができた後に、CPU22に組み込まれたプログラムに従って加工走査をするのである。

このときの加工走査の手順を第2図を例に説明する。第2図は磁気コアCの巻線孔Aに対応する空洞部41と磁気ギャップBに対応するギャップライン42を有する第2図(a)に示すギャップバー40に対して上辺がトラック部43を規定する2つ一對の台形の切除部45を第2図(b)に示すようにジグザグに走査して切除する場合を示したものである。先ず加工走査に先立って、ギャップ・ライン41のXY平面上での方向を検出しておく。この検出は、例えば上記焦点合わせ手段による焦点合わせが終了した後、X方向（ギャップライン42がX方向にほぼ平行に置かれている場合を想定する）に所定の間隔を置いた2つの点でのギャップ・ラインの位置を計測することによって第4図に示すように

$$Y = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} (X - X_1) + Y_1$$

レーザー光の照射とずれ補正は、シャッターの開閉と連動させてもよい。即ち、CPU22のプログラム制御により、又は手動によってシャッター10を開状態にし、同時に（CPU22からの開信号を受けて、或いは手動キーからの信号を受けて）Z方向駆動装置12を作動させてレーザー光の焦点を加工操作に適した位置に合わせるものであり、加工操作が終了した時点で、シャッターが閉状態になったときに、観察用の焦点位置の戻すようにしてもよい。

上記のようにしてシャッター10が開かれると同時に、上記シャッター10が開かれたか否かをシャッターに連動したスイッチを作動させることによって検知し、加工走査を開始する。上記のようにレーザー光は直接被加工物に照射されると共にその一部はダイクロイックミラー31を透過する。この透過光はフォトセル16で光電変換されて検出回路17に入力され、更に、該検出回路17の出力によってレーザー光の出力調整等ができるようになっている。

なる直線式を得ることによって行われる。次に、このようにして得られた直線式に基づいてアジムス角を考慮した各直線 $a_1, b_1, b_2, c_1, c_2, b_3, \dots$ を定める式及び走査範囲を算出し、これに従ってXYステージの駆動を行うのである。尚、第2図(b)に於いてトラック部43を規定する破線部は高い精度が要求されるので比較的弱いレーザーパワーで走査され、実線部はそれほど高い精度が要求されないので高いレーザーパワーで走査される。このようにして切除部45が切除された後、該切除部45にガラス46が埋めこまれ、その後第2図(b)に示す形状の磁気コアに切断される。

第4図は別の走査手順の例を示すものである。即ち、空洞部41をギャップライン42の両側に略対称に形成し、切除部45に沿った正六角形の空洞部41に達する溝を加工して切除部45をくり抜こうとするものである（この場合、切除部45は第2図に示した相互に隣りあった切除部45が2つ連続している）。この場合も上記のよ

うに、先ずギャップライン42の方向を決める直線式を定めことによって、上記溝加工すべき各直線 $\alpha\beta$ 、 $\beta\gamma$ 、 $\gamma\varepsilon$ …の式、及び加工範囲が自動的に算出されるようにしておいて、その直線に沿って加工走査することになる。このようにして切除部43が切除された後、上記第2図の場合と同様にガラス46が埋められ、第3図(a)に示すような磁気コアの形状に切り取られる。

ところで、磁気コアの加工に於いて最も精度を要する部分はトラック部43である。そこでこのトラック部43の加工を設計通り厳密に行うため、第2図(a)を例に説明すると、例えば、トラック部43を規定する一方の線分 $b_1$ 、 $c_1$ に沿っての加工走査が完了した後、実際に加工された位置を確認し、その位置に基づいてトラック幅を勘案した対抗する線分 $b'_1$ 、 $c'_1$ の位置を演算するようにしてもよい。以上のような走査によって加工が終了すると、CPU22はシャッター10を閉じるのである。

(発明の効果)

以上説明したように、この発明は、観察用の照明光による焦点位置とレーザー光による適性な焦点位置とのずれを、レーザー光による加工走査の前に補正できるようになっているので、所期の精度及び深さで磁気コアの加工を行うことができるのである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の概要を示すブロック図、第2図及び第3図はこの発明に適用される被加工物であるギャップバーとその加工順序を示し、第4図はギャップラインの方向の検出方法を示す説明図である。

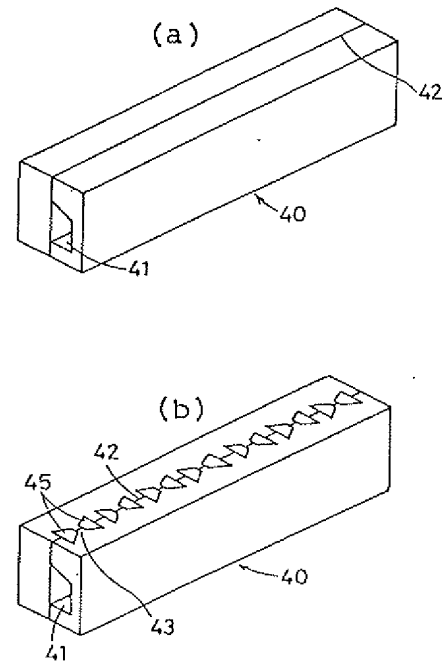
図中、

- 7…照明光源、
- 8…レーザー発振装置、
- 10…シャッター、
- 22…CPU、
- 31…ダイクロイックミラー、
- 32…レンズ、
- 33…ハーフミラー。

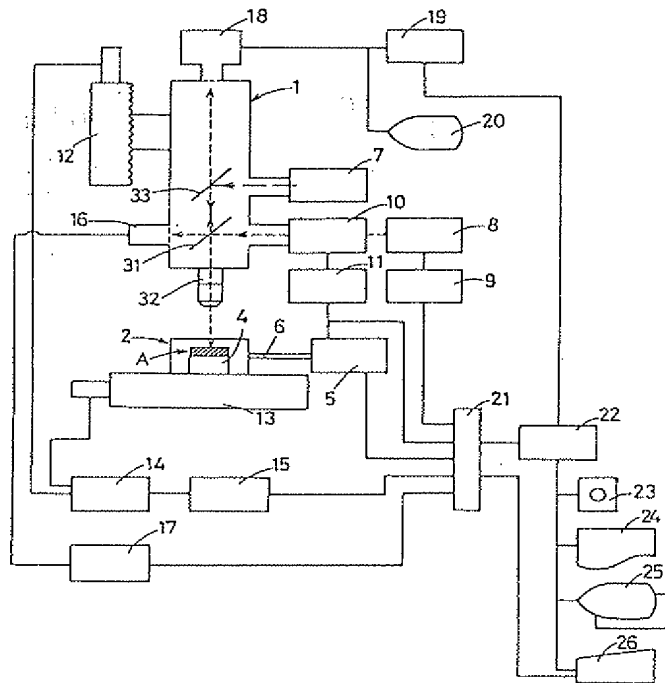
A…被加工物

第2図

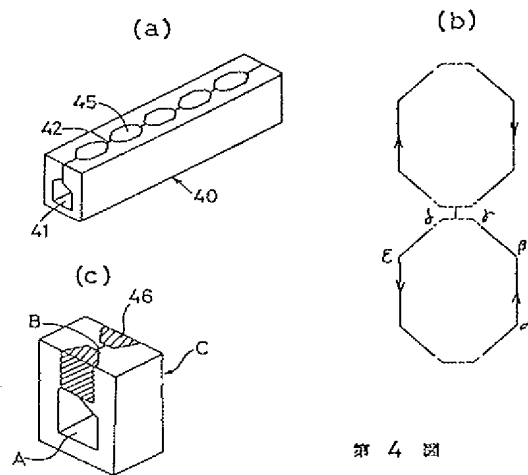
出願人 株式会社デイ・エス・スキャナー  
代理人 弁理士 稲井 豊 明



第 1 圖



第 3 圖



第 4 圖

